

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**Japanese Patent Publication No. 51-84265A**

A first lens has a flat face and a convex face. One end of a first optical fiber is fixed in the convex face side of the first lens so as to align with an optical axis thereof. A first reflective portion is provided on the flat face of the first lens so as to avoid a portion where the first optical fiber is fixed. A second lens has a flat face and a convex face. One end of a second optical fiber is fixed in the convex face side of the second lens so as to align with an optical axis thereof. A second reflective portion is provided on the flat face of the second lens so as to avoid a portion where the second optical fiber is fixed. The first lens and the second lens are coupled such that convex faces are opposed to each other. In a case where the first lens and the second lens are arranged such that their optical axes are aligned, a focal point of one lens is placed on the one end of the optical fiber fixed on the other lens.



特 許 願 (A3)

昭和 50. 1. 21 日

特 許 庁 長 官 殿

1. 発明の名称 **光ファイバコネクタ**
2. 発明者 **小 関 啓**  
神奈川県川崎市幸区小関町72番地  
東京芝浦電気株式会社東京事務所内  
東京芝浦電気株式会社総合研究所内

(ほか 0 名)

3. 特許出願人  
(307) **東京芝浦電気株式会社**  
代表者 玉 置 敬 三

4. 代理人  
(6628) **弁理士 富 岡**  
〒100  
東京都千代田区内幸町1-1-6  
東京芝浦電気株式会社東京事務所内  
電 話 501-5411 (大代表)

50 006300



## ① 日本国特許庁 公開特許公報

①特開昭 51-84265  
④公開日 昭51. (1976) 7. 23  
②特願昭 50-8360  
②出願日 昭50. (1975) 1. 21  
審査請求 未請求 (全4頁)

庁内整理番号

7529 23  
6442 53

⑤日本分類

104 A0  
60 C5

⑤Int. Cl.<sup>2</sup>

G02B 5/14  
H01P 3/00

明 細 書

### 1. 発明の名称

光ファイバコネクタ

### 2. 特許請求の範囲

平面と凸面からなる第1の平凸レンズと、このレンズの光軸上平面側に一端を固定された第1の光ファイバと、この光ファイバの固定された部分を除き前記第1の平凸レンズの平面に設けられた第1の反射部と、平面と凸面からなる第2の平凸レンズと、このレンズの光軸上平面側に一端を固定された第2の光ファイバと、この光ファイバの固定された部分を除き前記第2の平凸レンズの平面に設けられた第2の反射部と、前記第1、第2の平凸レンズを各凸面が互いに対向するように結合する手段とを備え、前記第1、第2の平凸レンズは、互いに光軸を一致させて接合したとき一方の平凸レンズの焦点が他方の平凸レンズの光ファイバの一端に一致するように形成されたことを特徴とする光ファイバコネクタ。

### 3. 発明の詳細な説明

本発明は光通信等で使用される光ファイバに關し、特にこの光ファイバを接続するコネクタに關する。

近年の光通信の発達にはめざましいものがあるが、これにおける光情報伝送媒体としての光ファイバの研究開発も70年代になつて急速に進展し始めた。光ファイバは導電性を有しない情報伝送ケーブルである為、従来の通信ケーブルとは著しい性質上の差が見られ、特にその低損失性、広帯域性、小型軽量化可能性等によつて従来の通信ケーブルよりも圧倒的に勝れている。反面、その特性ゆえにまた解決の困難な多くの問題を抱えている。その1つに光ファイバ相互の接続の問題がある。

実用的な光ファイバとして、径方向の屈折率の変化特性により分類されるクラッド形ファイバ、撓曲性ファイバ等が知られ、それ自身の低損失化が進み光情報伝送路としての応用が期待されている。しかし、長距離の光情報伝送にはファイバ相互の接続は不可避であり、この場合ファイバ自体

における損失が少なくても接続部での損失が大であれば伝送路全体の損失は大きくなってしまう。

ところで、光ファイバは光を外部に漏がさないように、外面に近い部分よりも中心に近い部分では屈折率が大きくなっている。光ファイバの断面において中心に向つて径方向に屈折率を調べた場合、合成点で急激に屈折率が大きくなっているのがクラッド形ファイバであり、徐々に大きくなり中心で最も大きいのが楕円性ファイバである。前記クラッド形ファイバにおいて、屈折率が急激に変化する点から中心までの距離を  $a$  とすれば  $2a$  がコア径である。また、このクラッド形ファイバには単一モード・クラッド形ファイバと多量モード・クラッド形ファイバがあり、前者は光ファイバの半径  $b$  に対して前記  $a$  が比較的小さいのに対して後者では  $a/b$  が比較的大きい。

Bisbee 氏等の研究によれば、光ファイバの接続において要求されるファイバ相互の幾何学的位相ずれの許容範囲は、クラッド形光ファイバの場合  $2a$  に対して光軸に垂直方向には約  $1/2$

以下、端面の間隔については  $3a$  程度以下である (B. S. T. J. 50 3159 (1971) 参照)。  $a$  の比較的大きい多量モード形のファイバでも  $a$  は  $50 \mu m$  程度であることを考慮すれば、光ファイバの相互接続には極めて高い幾何学的精度の要求されることが理解される。しかるに、ファイバの接続は現場においてなされるので、高精度のファイバ接続はほとんど不可能である。

本発明はこれらの問題点を避けてなされたもので、ファイバ相互の接続位置ずれの許容範囲の比較的大きい、したがって現場においても簡単に接続のできる光ファイバコネクタを提供することを目的とする。

まず、第1図の基本的実施例によつて本発明の原理を説明する。

第1図(a)は、光ファイバの光軸が一線上にあるように完全に接続された場合の結合部分の拡大断面図である。同図において、(11a), (11b) は光ファイバ、(12a), (12b) は、各々一方の面が球面 (13a), (13b) で他面が平面 (14a), (14b) である平

凸レンズである。平凸レンズ (12a), (12b) の各平面 (14a), (14b) には、光ファイバ (11a), (11b) の端面が接続される部分 (平面 (14a), (14b) の中心) を除いて、反射膜 (15a), (15b) が施されている。

平凸レンズ (12a), (12b) 間の最短距離  $S$  は、光ファイバ (11a) を通つて来た光がその光ファイバの軸の中心点(A)で発射された場合に各平凸レンズ (12a), (12b) を通り平行光線となり、再びこれらの平凸レンズ (12a), (12b) を通つて他の光ファイバ (11b) の軸の中心点(B)に入射するように選ばれる。即ち、平凸レンズ (12a), (12b) の焦点が点(A), (B)に合致するように距離  $S$  は選ばれる。

第1図(a)において、光ファイバ (11a) を介して矢印方向に光線が伝送された場合を考える。この光線は光ファイバ (11a) の端からある拡がりを経て平凸レンズ (12a) を通過して平凸レンズ (12b) に向つて放射される。

第1図(a)のように光ファイバ (11a), (11b) の光軸が一致している場合には、点(A)は平凸レンズ (12b) の焦点と一致しているから、上記放射され

た光線は平凸レンズ (12b) 中を通り反射膜 (15b) で反射され再び平凸レンズ (12b) 中を通つて平行光線となる。平凸レンズ (12a) の焦点は、平凸レンズ (12b) の中心(B)にありこの点は光ファイバ (11b) の端でもある。したがつて、上記平行光線は平凸レンズ (12a) 中に入射して反射膜 (15a) で反射し、再び平凸レンズ (12a) を通過して効率よく光ファイバ (11b) に入る。

さて、次に第1図(b)のように、コネクタを形成する平凸レンズ (12a), (12b) が光軸に垂直方向に  $\Delta x$  だけずれて接続された場合を考える。

この場合にも、光ファイバ (11a) の端から放射された光線は近似的に光ファイバ (11b) の端に収束することを、光線マトリクスを用いて以下に示す。但し、図示の為に平凸レンズ (12a), (12b) の厚さは無視する。

尚、光ファイバ (11a) の端から放射される光線ベクトル  $\begin{bmatrix} x_0 \\ x_0 \end{bmatrix}$  において、 $x_0$  は光線位置、 $x_0$  はその光線の傾きを表わす。この光線が距離  $L_0$  だけ進んだ点における光線位置  $x_0$ 、及びその傾き  $x_0$  は、

$x'_0 = x_0 + L_0 \dot{x}_0$ ,  $\dot{x}'_0 = \dot{x}_0$  となるからマトリクス表示をすると  $\begin{bmatrix} 1 & L_0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$  となる。同様に、焦点  $f$  のレンズを通つた時のマトリクス表示は  $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 1 \end{bmatrix}$  となる。

更に、 $\begin{bmatrix} \Delta x \\ 0 \end{bmatrix}$  は基準線から垂直に  $\Delta x$  だけ座標を動かすことを意味する。

したがつて、平凸レンズ間の間隔を  $L_0$ 、これからレンズの焦点距離を  $f$  とすれば、光ファイバ(11b)の端に入射する光線  $\begin{bmatrix} x_1 \\ \dot{x}_1 \end{bmatrix}$  は近似的に次式で表わされる。

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ \dot{x}_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta x \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & L_0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -\Delta x \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & L_0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 1 \end{bmatrix}$$

$$\left( \begin{bmatrix} \Delta x \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & L_0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ \dot{x}_0 \end{bmatrix} \right)$$

上式において  $L_0 = f$  とすれば

$$\begin{aligned} x_1 &= -x_0 \\ \dot{x}_1 &= -\dot{x}_0 - \frac{x_0}{f} \end{aligned}$$

このように、 $x_1$  にも  $\dot{x}_1$  にも  $\Delta x$  は入つてこない。即ち、 $L_0 = f$  ではコネクタの光軸方向のずれは近軸光線の近似の成立する範囲では完全に打ち消さ

バの端面を同一平面上にあるようにする。

一方、第2図(c)に示すような平面面及び球面面を有する平凸レンズ面を、光学ガラスを用いて研磨し充分な精度で芯出しを行なう。その後、平凸レンズ面の平面面に Au 等の反射膜を設け、光軸を中心として半径  $50 \sim 60 \mu\text{m}$  程度の部分の反射膜を、フォトエッチングにより除去する。

ところで、第2図(b)のように補強体の毛細管面に挿入された光ファイバは、同図(d)に示す如く一般には偏心している。

そこで、顕微鏡を用いて、平凸レンズ面の平面面の反射膜を除かれた部分に、毛細管でなく光ファイバ面が合致するように合わせ、第2図(c)に示すように補強体の端面面に平凸レンズ面を接合する。

このようにして作った補強体付きの複屈折ケーブルは第3図の断面図に示す如く、外側に芯ネジのついた円筒状のスペーサ部によつて両平凸レンズ間隔を定め、更にスペーサ部の雄ネジに合う雌ネジを有する保護体(32a),(32b)で補強体(24a)、

れることがわかる。レンズの厚さを考慮しても、このように光軸と垂直方向のずれが打ち消されることは、同様に光線マトリクスを用いて証明できる。

次に、本発明の更に具体的な他の実施例について証明する。

まず、第2図(a)に示すように、光ファイバ面がプラスチック部で外径  $1 \text{ mm}$  程度に被覆されて被覆ケーブル部の一端のプラスチック部の被覆をとる。

次に、同図(b)に示すようにこの被覆ケーブル部の光ファイバ部の露出している部分を、径  $100 \mu\text{m}$  程度の毛細管部を中心と有する外径  $4 \text{ mm}$  の円柱状の補強体部に挿入する。この補強体部は例えばガラスで作られる。

被覆ケーブル部のプラスチック部で被覆されている部分と補強体部の一端面を接着剤で接着固定する。また、光ファイバ部の挿入された補強体部の毛細管部にも、接着剤を注入し固定する。補強体部の他の端面面を研磨しこの端面と光ファイ

(24b)を研ぎ、33は充填剤である。例えば、平凸レンズ(29a),(29b)のガラスの屈折率  $n=1.5$  とすれば、これらの球面の半径  $R=10 \text{ mm}$ 、厚さ  $d=1 \text{ mm}$  では、両レンズ(29a),(29b)の間隔  $S=9.655 \text{ mm}$  となる。この間隔となるようにスペーサ部の長さを選ぶ。

上述の第2図に示したような製法で本発明の光ファイバコネクタを作れば、平凸レンズの反射膜のない部分と光ファイバの位置合わせは係で行なうので、光ファイバの外径よりも毛細管が大きくても簡単な操作により、かなり精度よく光ファイバを平凸レンズの光軸に合わせることができるとある。即ち、毛細管は太くてよくガラス加工で代用でき低コスト化が可能となる。また、光ファイバと平凸レンズの間の位置合わせ精度は、レンズの芯出し精度とフォトエッチングの精度で決定され、補強体へのレンズの接合精度を含めて、 $10 \mu\text{m}$  以下の結合精度を確保できる。

第3図に示した本発明の実施例の光ファイバコネクタは、スペーサの長さにより平凸レンズ間の

特開 昭51-84265(4)

間隔を強固に正確に一定保持できる。また、光ファイバの接続部分は保護体で覆われており、湿気はこり等から接続部分を保護できる。

以上説明したように、本発明によれば一方の光ファイバ端から放射された光を、平面に反射部分を有する平凸レンズ2つを介して、再び他方の光ファイバ端に集中させて光を伝達する。従来の光ファイバコネクタのように一方の光ファイバからの光を他方の光ファイバに直接伝達するのではないから、現場において光ファイバの接続を比較的容易に行なえる。勿論、平凸レンズの球面の中心に光ファイバの端を固定するのは相当の精度を必要とするが、この作業は現場で行なう必要はなく、光ファイバの先端に平凸レンズを接続したものを予め作っておけばよい。

また、本発明の光ファイバコネクタは、光ファイバが平凸レンズの平面に固着されているので機械的振動に強い。

尚、以上の説明では平凸レンズの一両が球面の場合について述べたが、一般的には凸面であつて

2つの平凸レンズの各凸面を対向させ光軸を一致させて接続したとき一方の平凸レンズの焦点が他方の平凸レンズに固定された光ファイバの一端に一致するように構成されておればよい。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の原理を説明する為の一実施例の簡略断面図、第2図は本発明の他の実施例の製造方法を説明する為の図、第3図は第2図の製造方法によつて作られた本発明の一実施例の断面図である。

11a, 11b, 20 … 光ファイバ

12a, 12b, 29, 29a, 29b … 平凸レンズ

13a, 15b … 反射膜

代理人 弁理士 高 岡 肇  
(ほか3名)

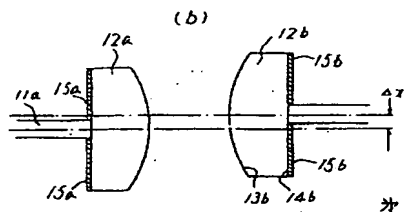
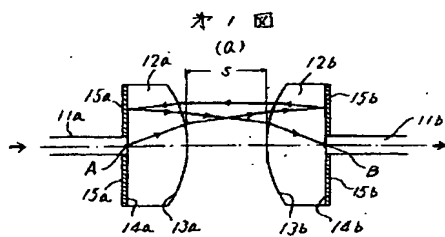
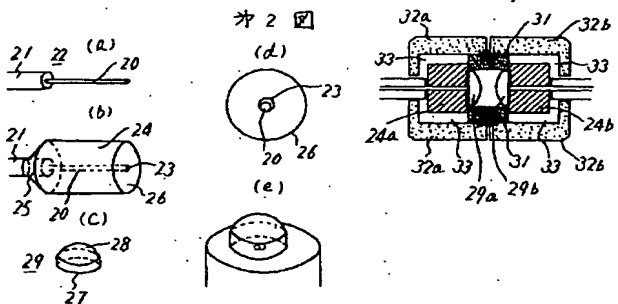


図3



#### 5. 添付書類の目録

(1) 委任状	1 通
(2) 明細書	1 通
(3) 図面	1 通
(4) 願書副本	1 通

#### 6. 前記以外の発明者、特許出願人または代理人

##### (1) 発明者

#### 代 理 人

東京都千代田区内幸町1-1-6

東京芝浦電気株式会社東京事務所内

(7317) 弁理士 則 近 憲 佑

同 所

(7567) 弁理士 峰 隆 司

同 所

(7568) 弁理士 竹 花 喜 久 男